

Preparasi Dan Karakterisasi *Edible Film* Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan

Wini Setiani¹, Tety Sudiarti^{1*}, Lena Rahmidar²

¹Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Jln. A.H. Nasution No. 105 Cipadung 40614 Tel. (022) 7803936

²Jurusan Ilmu Keperawatan Fakultas Ilmu Keperawatan Bina Sarana Informatika
Jln. Sekolah Internasional No. 1-6 Antapani Bandung Tel. (022) 7100124

*Email: s_tety70@yahoo.com

Abstrak

Plastik biodegradable dan terbuat dari bahan terbarukan seperti *edible film* merupakan salah satu solusi permasalahan lingkungan. Bahan baku utamanya yaitu pati, karena keberadaannya melimpah serta beragam di Indonesia, salah satunya pati sukun yang memiliki kandungan pati cukup tinggi (60 %). Namun *edible film* berbahan dasar pati saja memberikan sifat mekanik dan ketahanan air yang masih rendah. Pada penelitian ini akan dipreparasi *edible film* dari poliblend pati sukun-kitosan dengan *plasticizer* sorbitol. Metode yang dilakukan yaitu preparasi dan karakterisasi pati sukun kemudian preparasi dan karakterisasi *edible film*. Hasil karakterisasi pati sukun yang diperoleh yaitu kadar pati total 76,39 %, kadar amilosa dan amilopektin berturut-turut 26,76 % dan 73,24 %, suhu gelatinisasi pati sukun 73,98 °C, kadar air 22,38 % serta derajat kecerahan yang menunjukkan karakteristik cerah dan berwarna abu-abu pucat. Hasil karakterisasi *edible film* menunjukkan, dengan bertambahnya kitosan maka kuat tarik dan ketahanan air cenderung meningkat. Secara umum hasil terbaik *edible film* adalah pada formulasi pati sukun-kitosan 6:4 dengan nilai *water uptake* sebesar 212,98 %, nilai kuat tarik sebesar 16,34 MPa, nilai elongasi sebesar 6,00 % dan modulus young sebesar 2,72 MPa. Meskipun demikian, hasil analisis morfologi *edible film* pada formulasi pati sukun-kitosan 6:4 masih terdapat pori dan retakan.

Kata kunci : *edible film*, pati sukun, kitosa.

Abstract

Biodegradable and renewable plastic such as edible film is one of solution the environmental problem. The main raw material is from starch, because of it is abundant and varied in Indonesia, one of them is breadfruit starch which has enough high starch content (60 %). But edible film based on starch give less mechanical properties and less water resistance. In this research the edible film was made from poliblend of breadfruit starch-chitosan with sorbitol addition. The Method was done, preparation and characterization of breadfruit starch then preparation and characterization of edible film. The characteristic result of breadfruit starch was obtained for total starch content 76.39 %, content of amylose and amylopectin were 26.76 % and 73.24 % respectively, the gelatinization temperature of breadfruit starch was 73.98 °C, water content 22.38 % and the degree of brightness showed bright characteristic and pale grey colour. The characteristic result of edible film showed the increasing of chitosan concentration, the tensile strength and water resistance tended to rise. Generally the best result of edible film was on breadfruit starch-chitosan formulation 6:4 g/g by the value of water uptake was 212.98 %, tensile strength was 16.34 MPa, elongation was 6.00 % and modulus young was 2.72 MPa. However, the result of morphology analysis showed that the edible film of breadfruit starch-chitosan formulation 6:4 are still pores and cracks.

Keywords : edible film, breadfruit starch, chitosan.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan plastik di Indonesia sebagai bahan kemasan pangan untuk memenuhi keperluan sehari-hari sangat

besar (mencapai 1,9 juta ton di tahun 2013) (www.kemenperin.go.id), dikarenakan sifatnya yang fleksibel, ekonomis, kuat, tidak mudah pecah serta bersifat sebagai penahan yang baik bagi oksigen, uap air, dan karbondioksida.

Disamping keunggulan tersebut, polimer plastik juga mempunyai berbagai kelemahan, yaitu plastik yang berasal dari minyak bumi jumlahnya semakin terbatas dan sifatnya yang tidak mudah didegradasi meskipun telah ditimbun puluhan tahun, akibatnya terjadi penumpukan limbah plastik yang menjadi penyebab pencemaran lingkungan.

Seiring dengan kesadaran manusia akan masalah ini, maka dikembangkanlah jenis kemasan dari bahan organik yang berasal dari bahan-bahan terbarukan dan ekonomis, yaitu dengan mengembangkan plastik *biodegradable* dalam bentuk *edible film* yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Selain ramah lingkungan, pengembangan *edible film* pada kemasan pangan dapat memberikan kualitas produk yang lebih baik, karena terbuat dari bahan alami yang tidak beracun sehingga dapat langsung dimakan dan kecil kemungkinannya terkena kontaminasi terhadap makanan.

Komponen utama penyusun *edible film* ada tiga kelompok yaitu hidrokoloid, lemak, dan komposit (Rodriguez, 2006). Salah satu bahan utama yang digunakan dalam pembuatan *edible film* ini yaitu pati yang termasuk kelompok hidrokoloid, yang merupakan bahan yang mudah didapat, harganya murah, serta jenisnya beragam di Indonesia. Beberapa penelitian terdahulu tentang *edible film* yaitu *edible film* berbahan pati sorgum (Darni dan Utami, 2010), kemudian *edible film* berbahan dasar pati limbah kulit singkong dengan penambahan kitosan dan *plasticizer* gliserol (Sanjaya & Puspita, 2011), akan tetapi *edible film* yang dihasilkan sifat mekanik dan ketahanan airnya masih rendah. Karena itu penelitian *edible film* berbahan pati yang memiliki sifat mekanik yang baik dan ketahanan air yang tinggi menjadi suatu tantangan.

Pada penelitian ini akan dipreparasi *edible film* berbahan pati yang berasal dari pati sukun, kitosan, dan *plasticizer* sorbitol. Digunakannya sukun (*Artocarpus altilis*) sebagai sumber patinya karena kandungan patinya yang cukup tinggi yaitu sebesar 60 %, pemanfaatannya belum optimal, serta jumlahnya melimpah hampir di setiap daerah (Koswara, 2006). Kitosan digunakan sebagai biopolimer pencampurnya untuk meningkatkan sifat mekanik karena dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai dengan amilosa dan

amilopektin dalam pati. Kitosan memiliki gugus fungsi amin, gugus hidroksil primer dan sekunder, dengan adanya gugus fungsi tersebut mengakibatkan kitosan memiliki kereaktifan kimia yang tinggi karena dapat membentuk ikatan hidrogen, sehingga kitosan merupakan bahan pencampur yang ideal. Selain itu kitosan merupakan turunan kitin, polisakarida paling banyak di bumi setelah selulosa, bersifat hidrofobik serta dapat membentuk *film* dan membran dengan baik (Dallan *et al.*, 2006).

Sebagai *plasticizernya* digunakan sorbitol karena dibandingkan dengan gliserol, sorbitol merupakan *plasticizer* yang lebih efektif yaitu memiliki kelebihan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler sehingga baik untuk menghambat penguapan air dari produk, dapat larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer, sifat *permeabilitas* O₂ yang lebih rendah, tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah, dan bersifat non toksik (Astuti, 2011). Oleh karena itu, *edible film* berbahan pati sukun-kitosan dan *plasticizer* sorbitol diharapkan dapat memberikan alternatif plastik *biodegradable* dalam bentuk *edible film* yang memiliki sifat mekanik yang baik dan ketahanan air yang tinggi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan dua tahapan penelitian yaitu tahap pertama preparasi dan karakterisasi pati sukun yang berasal dari daerah Garut dan tahap kedua yaitu preparasi *edible film* yang dilanjutkan dengan karakterisasi *edible film*.

Preparasi dan Karakterisasi Pati Sukun

Proses yang dilakukan yaitu penyortiran sukun, pengupasan, perendaman dalam air, pemotongan, pamarutan sukun, dan perendaman dalam larutan garam NaCl 1%, pemerasan untuk memperoleh endapan patinya, proses selanjutnya yaitu pengeringan dengan menggunakan sinar matahari selama \pm 2 hari (pati sukun yang sudah kering dihaluskan dan disaring dengan saringan *mesh* pada ukuran 100, 140, 200 dan >200 *mesh*), dan karakterisasi pati sukun yaitu analisis kadar pati total dengan luff-Schoorl (SNI 01-2892-1992), kadar amilosa dan amilopektin (IRRI 1971), analisis sifat amilografi dengan RVA, analisis derajat kecerahan dengan

kromameter (Soekarto, 1990), analisis kadar air dengan metode oven (AOAC, 1995), dan analisis gugus fungsi dengan FTIR.

Preparasi Edible Film

Tahap ke dua yaitu preparasi dan karakterisasi *edible film* (Ban *et al.*, 2005). Pada penelitian ini ada variabel yang divariasikan dan variabel ditetapkan. Untuk variabel yang divariasikan yaitu perbandingan massa (g/g) pati sukun terhadap kitosan yaitu dengan formulasi 5:5, 6:4, 7:3, 8:2 dan 10:0 berdasarkan berat kering campuran pati sukun-kitosan berukuran 20-30 mesh (CV. Bio Chitosan Indonesia) yaitu 10 gram. Sedangkan untuk variabel yang ditetapkan yaitu waktu pengadukan 30 menit, temperatur pengeringan dalam oven 70°C selama ± 4 jam, total campuran antara pati sukun terhadap kitosan adalah 10 gram, dan konsentrasi larutan 4 g/100 mL (Ban *et al.*, 2005), konsentrasi sorbitol (*Bratachem*) 30%, serta temperatur pengadukan campuran pati sukun-kitosan-sorbitol yaitu 73,98°C yang dikontrol dengan menggunakan termometer dan *hot plate*.

Ditimbang sejumlah massa pati dan kitosan dengan variasi tertentu. Pati sukun dilarutkan dengan akuades dalam jumlah tertentu, sedangkan kitosan dilarutkan dalam asam asetat 1% (Merck®, 100%) dengan pengadukan selama ± 20 menit menggunakan *stirrer*. Kedua larutan tersebut dicampurkan. Campuran kemudian dipanaskan dengan menggunakan *magnetic stirrer* sampai mencapai suhu gelatinisasi pati sukun yaitu 73,98 oC. Setelah 25 menit pemanasan, campuran ditambahkan larutan sorbitol 30% sebanyak 3,7 mL dan diaduk selama 5 menit. Larutan tersebut didinginkan dan dihilangkan gelembung udara atau pun pengotor yang tercampur pada larutan. Kemudian larutan sebanyak ± 150 gram dituangkan ke dalam cetakan kaca berukuran 14 x 2,5 cm dan cetakan diletakkan ke dalam oven pada T = 70 °C selama ± 4 jam. Kemudian cetakan diangkat dan didinginkan ± 20 menit. Proses selanjutnya plastik dilepaskan dari cetakannya dan siap untuk dianalisis dengan berbagai karakterisasi.

Karakterisasi Edible Film

Uji Ketebalan Edible Film

Film yang dihasilkan diukur ketebalannya dengan menggunakan mikrometer dengan ketelitian alat 0,0001 mm. Pengukuran dilakukan pada lima tempat yang

berbeda untuk mendapatkan ketebalan rata-rata yang mewakili contoh.

Uji Mekanik dan Uji Ketahanan Air

a) Pengujian Sifat Mekanik Meliputi

1. Kekuatan tarik (*Tensile Strength*)
2. Perpanjangan (*Elongation at break*)
3. Elastisitas (*Modulus young*)

Proses pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan menggunakan alat *MesdanLab strength* tipe *Tensolab 5000*. Pengujian dilakukan dengan cara ujung sampel dijepit mesin penguji *tensile*. Selanjutnya dilakukan pencatatan ketebalan dan panjang awal sampel. Tombol *start* pada komputer ditekan kemudian alat akan menarik sampel dengan kecepatan 100 mm/menit sampai sampel putus. Nilai kekuatan tarik didapatkan dari hasil pembagian tegangan maksimum dengan luas penampang melintang. Luas penampang melintang didapatkan dari hasil perkalian panjang awal sampel dengan ketebalan awal sampel. Uji kekuatan tarik dilakukan pada tiga sampel *edible film* yang kemudian dihitung rata-ratanya. Kekuatan tarik bioplastik dihitung dengan persamaan berikut:

$$\tau = \frac{F_{max}}{A} \quad (1)$$

Keterangan	τ	=kekuatan tarik (MPa)
	F_{max}	=tegangan maksimum (N)
	A	=luas penampang melintang (mm ²)

Pengukuran perpanjangan putus dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian kuat tarik. Perpanjangan dinyatakan dalam persentase, dihitung dengan cara:

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{regangan saat putus (mm)}}{\text{Panjang awal (mm)}} \times 100 \% \quad (2)$$

Sedangkan untuk elastisitas (*modulus young*) diperoleh dari perbandingan kuat tarik dengan elongasi.

b) Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Analisis gugus fungsi dengan FTIR bertujuan untuk mengetahui proses yang terjadi pada pencampuran apakah secara fisik atau kimia karena itu sampel pada tiap proses pembuatan *edible film* dianalisis dengan FTIR. Sampel ditempatkan ke dalam *set holder*,

kemudian dicari spektrum yang sesuai. Hasilnya akan didapatkan difraktogram hubungan antara bilangan gelombang dengan intensitas. Spektrum FTIR direkam menggunakan spektrofotometer pada suhu ruang.

c) Uji Ketahanan Air *Edible Film* dengan Uji Daya Serap Air (*Water uptake*) (Ban *et al.*, 2005)

Prosedur uji ketahanan air yaitu dengan menimbang berat awal sampel yang akan diuji (w_0), kemudian dimasukan ke dalam wadah yang berisi akuades selama 10 detik. Sampel diangkat dari wadah yang berisi akuades dan air yang terdapat pada permukaan plastik dihilangkan dengan tisu kertas, setelah itu baru dilakukan penimbangan. Sampel dimasukkan kembali ke dalam wadah yang berisi akuades selama 10 detik. Kemudian sampel diangkat dari wadah dan ditimbang kembali. Prosedur perendaman dan penimbangan dilakukan kembali sampai diperoleh berat akhir sampel konstan (Ban *et al.*, 2005). Selanjutnya air yang diserap oleh sampel dihitung melalui persamaan:

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan : W = berat *edible film* basah
 W_0 = berat *edible film* kering

d) Analisis Morfologi dengan SEM (*Scanning Elektron Microscope*)

Analisis morfologi terhadap penampang atas *film* bioplastik dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) JEOL JSM-6360LA. Sampel *edible film* ditempelkan pada *set holder* dengan perekat ganda, kemudian dilapisi dengan logam emas dalam keadaan vakum. Setelah itu, sampel dimasukkan pada tempatnya di dalam SEM, kemudian Gambar topografi diamati dan dilakukan perbesaran 5000 kali.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Pati Sukun Hasil Preparasi

Preparasi pati sukun dilakukan melalui proses ekstraksi. Proses ekstraksi pembuatan pati diawali dengan pemisahan bagian kulit dan hati dari bagian dagingnya yang bertujuan mengurangi pencoklatan (*browning*) pati sukun dikarenakan pada buah sukun mengandung polifenol yang cukup tinggi,

salah satunya pada bagian hati sehingga terjadi proses oksidasi enzimatis yang disebabkan oleh enzim fenolase. Untuk mengurangi pencoklatan juga dilakukan perendaman sukun yang telah dipotong di dalam air dan dalam larutan NaCl 1 %. Hasil preparasi didapatkan pati sukun kering sebesar 500 gram dari 4 kg buah sukun yang dilakukan melalui proses pengeringan dengan sinar matahari selama ± 2 hari.

Karakterisasi kadar pati sukun jenis *Arocarpus altilis* berdasarkan hasil preparasi menunjukkan bahwa kadar pati total pati sukun sebesar 76,39 % dan sisanya sebesar 23,61 % adalah material lain seperti protein, lemak, mineral lain, dan air. Sedangkan untuk kadar amilosanya sebesar 26,76% dan amilopektinnya sebesar 73,24 %. Kadar pati total pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 60 % (Sanjaya & Puspita, 2011), dan 44,90-49,79 %.^[9] serta telah memenuhi standar pati menurut Standar Industri Indonesia (SII) yaitu minimal 75 % pati. Perbedaan kadar pati sukun pada penelitian ini disebabkan oleh proses ekstraksi dan pengeringan. Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya, proses pengeringan menggunakan teknik pramasak (pengukusan) sebelum dikeringkan sehingga sebagian patinya telah tergelatinisasi. Proses gelatinisasi akan merusak ikatan hidrogen intermolekuler dimana ikatan hidrogen ini berfungsi untuk mempertahankan struktur integritas granula. Jika ikatan hidrogen rusak maka granula akan bengkak dan pecah sehingga kadar pati yang terukur menjadi rendah, selain itu perlakuan pramasak akan membuat tepung sukun menjadi lebih coklat (Noviarso, 2003), Sedangkan pada penelitian ini proses pengeringan tidak dilakukan proses pramasak sehingga kadar pati bisa lebih tinggi dan proses pembuatan *edible film* menjadi lebih mudah karena dengan kadar pati yang lebih tinggi akan mengandung ikatan hidrogen antar rantai yang lebih banyak. Selain itu pati yang dihasilkan lebih cerah sehingga akan membentuk *edible film* yang lebih transparan dan hal ini penting dari segi estetika dan pemasaran.

Kadar amilosa yang rendah dan amilopektin yang tinggi dapat mempermudah proses gelatinisasi pati karena dapat menurunkan kelarutan pati di dalam air, sehingga pati hanya dapat mengembang dalam

air panas yang dibutuhkan dalam proses gelatinisasi pati. Dengan kadar amilopektin yang tinggi, banyak ruang kosong yang ada sehingga ruang kosong ini akan diisi oleh biopolimer pencampur. Perbandingan kadar amilosa dan amilopektin dalam pati sukun pada penelitian ini, menunjukkan bahwa pati sukun dapat dijadikan sebagai salah satu bahan yang berpotensi dalam pembuatan *edible film* jenis tertentu.

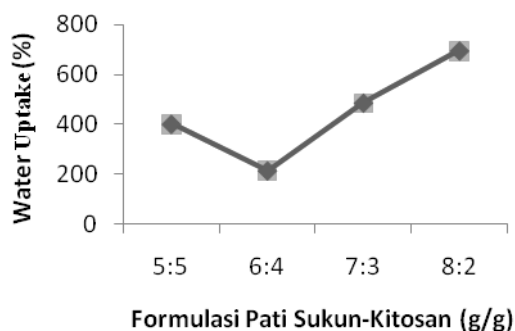
Analisis amilografi pati merupakan analisis yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik pati, mengukur tingkat gelatinisasi, dan viskositas pati sukun selama pemanasan dan pengadukan. Gelatinisasi pati ini terjadi pada suhu tertentu, suhu gelatinisasi yang diperoleh pada penelitian ini pada kisaran suhu $\pm 73,98^{\circ}\text{C}$ yang diperoleh dengan pengukuran menggunakan RVA pada saat pati mulai menggumpal dan akan digunakan untuk proses selanjutnya (preparasi *edible film*).

Analisa kadar air dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang terkandung dalam bahan pangan yang dalam hal ini kadar air pati sukun serta untuk mempermudah proses selanjutnya. Hasil analisis kadar air pada pati sukun yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu sebesar 22,38 % (b/b). Kadar air tepung sukun yang tinggi ini tentunya sangat jauh sekali dari standar kadar air pati sukun menurut SII yaitu sebesar 14 %. Kadar air berpengaruh pada masa simpan pati sebagai bahan dasar *edible film*. Semakin tinggi kadar air pati maka masa simpan pati semakin pendek karena akan semakin cepat terkontaminasi mikroba. namun dalam pembuatan *edible film* ini dengan kadar air pati sukun yang cukup tinggi tersebut bukan menjadi masalah yang besar karena dalam pembuatan *edible film*, pati sukun dilarutkan dalam air kemudian agar tidak mudah terjadi pertumbuhan mikroba maka bahan dasar pati sukun disarankan tidak terlalu lama disimpan sehingga pati sukun tetap ideal digunakan sebagai bahan dasar *edible film*. Perbedaan tingginya kadar air dalam penelitian ini dapat disebabkan oleh proses pengeringan yang berbeda. Baik metode maupun waktu pengeringan berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kadar air pati yang dikeringkan. Faktor lain yang berpengaruh yaitu kelembaban udara sekitar yang berkaitan dengan tempat penyimpanan bahan, sifat, dan jenis bahan maupun perlakuan yang telah dialami oleh bahan tersebut (Wiraktartakusumah, 1981).

Derajat kecerahan suatu bahan merupakan kemampuan suatu bahan untuk memantulkan cahaya yang mengenai permukaannya. Proses perendaman dan ekstraksi pada saat preparasi pati sukun dapat memberikan pengaruh terhadap nilai derajat kecerahan tepung sukun (Ekawidiasta, 2003), mengetahui nilai kecerahan pati yang akan berpengaruh pada produk *edible* atau hasil preparasinya, semakin putih pati yang digunakan maka *edible film* yang dihasilkan akan semakin transparan. Pengukuran derajat kecerahan ini dengan menggunakan kromameter pada beberapa sampel berdasarkan hasil saringan *mesh*. Hasil pengujian didapatkan bahwa derajat kecerahan untuk pati yang berukuran $> 200 \text{ mesh}$ memiliki kecerahan dengan nilai $L^*80,49$, $a^*2,29$, $b^*-12,7$ dengan warna pati abu-abu pucat yang menunjukkan karakteristik warna cerah dan warna merah kebiruan jika dilihat dari nilai a dan b nya. Tingkat kecerahan *edible film* kitosan ditunjukkan oleh nilai L . Semakin tinggi nilai L yang terukur, semakin cerah warna aktual yang terlihat. Dengan nilai L pati sukun sebesar 80,49 maka pati sukun layak digunakan dalam pembuatan *edible film* karena akan menghasilkan *edible film* yang transparan sehingga menunjang dari segi estetika dan pemasaran.

Hasil Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Karakterisasi terhadap *edible film* dengan teknik spektroskopi FTIR dilakukan dalam setiap tahap pencampuran, hal ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme pencampuran yang terjadi dengan mengidentifikasi gugus-gugus fungsi yang terdapat dalam setiap tahap pencampuran *edible film* sehingga bisa terlihat adanya gugus fungsi baru atau tidak dalam *edible film* yang dihasilkan dari campuran pati sukun-kitosan-sorbitol. Jika dilihat dari spektrum FTIR yang terbaca pada Gambar 1, pada proses pembentukan *edible film* tidak ada gugus fungsi baru yang terbentuk. Hal tersebut menunjukkan bahwa *edible film* yang dihasilkan merupakan proses *blending* secara fisika. Gambar 1 (A) menunjukkan bahwa mula-mula dari hasil FTIR pati terlihat adanya serapan gugus C-C pada bilangan gelombang $860,6 \text{ cm}^{-1}$; gugus OH pada serapan $3120,6-3599,1 \text{ cm}^{-1}$; NH pada serapan $1645,2 \text{ cm}^{-1}$; dan 3750 cm^{-1} , namun dalam intensitas serapan



Gambar 3. Grafik Hubungan Formulasi Pati Sukun-Kitosan-Sorbitol Terhadap *Water Uptake*

Legenda

C = Pati Sukun + Kitosan Setelah Pemanasan

D = Pati Sukun-Kitosan-Sorbitol

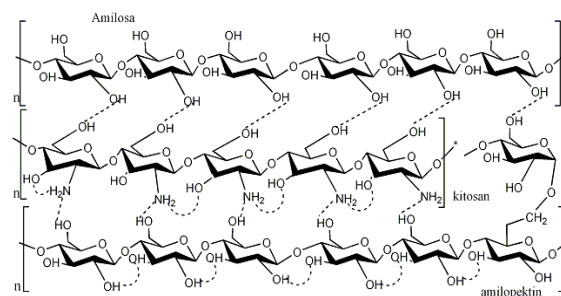
E = *Edible Film*

Gambar 1. Grafik FTIR Pati Sukun sampai Terbentuk *Edible Film*

yang sangat kecil. Setelah ditambahkan kitosan (Gambar 1 (B)), intensitas serapan NH bertambah lebar, meningkat, dan cukup tajam pada bilangan gelombang 3819 cm^{-1} maupun pada bilangan gelombang $1654,7\text{ cm}^{-1}$. Intensitas serapan OH juga semakin lebar dan kuat, yang menunjukkan terdapat pengaruh gugus NH maupun OH dari kitosan.

Setelah adanya proses pemanasan pada Gambar 1 (C), intensitas serapan gugus NH tidak terlalu lebar begitupun dengan intensitas gugus OH yang mengalami penurunan dikarenakan hilangnya molekul air. Setelah ditambahkan sorbitol pada Gambar 1 (D), spektrum FTIR hampir sama dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan tetapi mengalami sedikit pergeseran, sedangkan OH semakin tajam dan kuat karena adanya sorbitol yang memiliki banyak gugus OH. Setelah terbentuk *edible film* pada Gambar 1 (E), serapan gugus OH mengalami pelebaran karena adanya interaksi dan kemungkinan adanya serapan air pada *edible film*. Serapan intensitas NH maupun ketajaman puncaknya semakin meningkat signifikan yang menunjukkan bahwa telah terbentuknya membran.

Dari hasil FTIR menunjukkan bahwa proses pembuatan *edible film* merupakan proses pencampuran secara fisik dengan adanya interaksi hidrogen antar rantai. Usulan



Gambar 2. Usulan Interaksi Hidrogen Antar Molekul Amilosa, Amilopektin dan Kitosan dalam *Edible Film*

interaksi hidrogen antar rantai amilosa, amilopektin, dan kitosan dalam *edible film* dapat dilihat pada Gambar 2. Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa dalam bentuk *edible film* terdapat ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen ini terjadi ketika sebuah molekul atom O ataupun N yang terdapat dalam kitosan berinteraksi dengan atom H dari amilosa, amilopektin ataupun dari kitosan itu sendiri. Interaksi hidrogen ini juga dapat terjadi antara amilosa maupun amilosa dengan amilopektin. Dari interaksi yang terjadi dapat disimpulkan bahwa kitosan dapat meningkatkan sifat mekanik *edible film* dengan membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga *edible film* menjadi lebih rapat dan kaku. Untuk mengurangi kekakuannya ditambahkan sorbitol dengan pengurangan interaksi hidrogen sehingga *edible film* yang terbentuk bersifat elastis.

Ketahanan Terhadap Air dengan Uji *Water Uptake*

Hubungan variasi kitosan terhadap *water uptake* (daya serap air) dapat dilihat pada Gambar 3. Penambahan kitosan pada variasi tertentu cenderung meningkatkan ketahanan air. Ketebalan *edible film* juga berbanding lurus dengan *water uptakenya*, semakin tebal produk maka daya serapnya terhadap air semakin besar tapi dalam penelitian ini, nilai ketebalan *edible film* yang digunakan memiliki ketebalan yang hampir sama, dengan tujuan bisa diketahui pada formulasi pati sukun-kitosan berapa dihasilkan *edible film* yang memiliki ketahanan air yang tinggi. Ketebalan film diukur menggunakan mikrometer manual dengan pengukuran $0,065\text{ mm}$ dengan akurasi $\pm 0,0001\text{ mm}$.

Sifat ketahanan *edible film* terhadap air ditentukan dengan analisis *water uptake*.

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada penelitian ini formulasi pati sukun-kitosan 6:4 memiliki ketahanan terhadap air terbaik dibandingkan yang lainnya yang ditunjukkan dengan nilai *water uptake* yang paling kecil yaitu sebesar 212,98 %. Semakin besar konsentrasi kitosan, ketahanan airnya cenderung meningkat dengan persentase *water uptake* semakin kecil yang berarti bahwa proses penyerapan air paling kecil. Semakin besar konsentrasi pati maka nilai *water uptakenya* semakin besar dikarenakan kecenderungan pati yang memiliki lebih banyak gugus hidroksil (OH) sehingga lebih banyak dalam menyerap air yang dibuktikan dengan perbandingan pati sukun-kitosan 8:2 memiliki nilai *water uptake* terbesar dan dikatakan kurang tahan terhadap air. Sedangkan formulasi pati sukun-kitosan 10:0 tidak dilakukan uji ketahanan terhadap air dikarenakan lengket dan tidak dapat dilepas dari cetakan kaca secara sempurna sehingga membuktikan bahwa *edible film* berbahan dasar pati saja, sifat mekanik dan ketahanan airnya akan sangat rendah. Hasil uji *water uptake edible film* pati sukun-kitosan ditunjukkan pada Gambar 3.

Selain formulasi pati sukun-kitosan, penambahan sorbitol juga berpengaruh terhadap nilai *water uptake edible film*. Sorbitol merupakan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik sehingga mempunyai kemampuan mengikat air. Melihat hasil penelitian sebelumnya mengenai bioplastik dari pati limbah kulit singkong-kitosan-gliserol (Sanjaya & Puspita, 2011), bahwa ketahanan terhadap airnya memiliki nilai yang mendekati yaitu sebesar 194,12 % untuk nilai ketahanan terhadap air yang optimum sedangkan jika dibandingkan dengan plastik konvensional polopropilen sangat jauh sekali, dengan nilai *water uptake* sebesar 0,01 %. Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan terhadap airnya masih rendah jika dibandingkan dengan plastik konvensional (polipropilen).

Pati sukun lebih banyak mengandung amilopektin yang memiliki banyak percabangan. Percabangan ini mengakibatkan ikatan antar rantai dalam amilopektin mudah putus. Dengan sifat amilopektin yang lebih *amorf* maka banyak ruang kosong sehingga

rapat massa antar rantai dalam pati sukun tidak terlalu besar dan penyerapan terhadap airnya cukup besar sehingga ketahanan airnya rendah. Penambahan kitosan mampu meningkatkan rapat massa *edible film* dan menyebabkan jumlah air yang terserap semakin kecil. Ruang kosong akan diisi oleh kitosan yang memiliki sifat hidrofobik sehingga *edible film* yang dihasilkan akan lebih rapat dan meningkatkan ketahanan terhadap air.

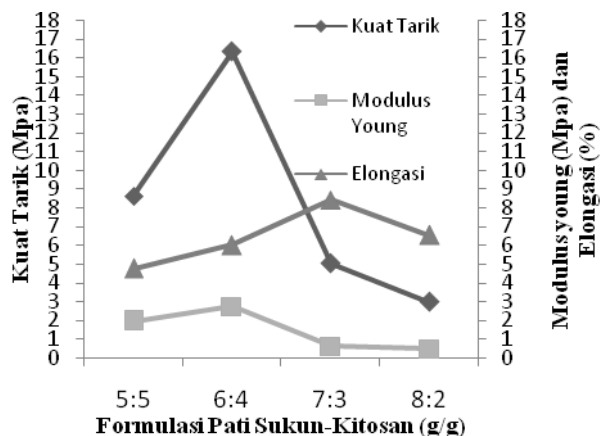
Hasil Analisis Sifat Mekanik

Komponen penyusun *edible film* baik pati sukun, kitosan sebagai biopolimer pencampur dan sorbitol sebagai *plasticizer*nya sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik *edible film* yang dihasilkan. Sifat mekanik *edible film* dipengaruhi oleh tiga parameter yaitu kuat tarik, elongasi, dan *modulus young*. Tabel 1 merupakan tabel sifat mekanik *edible film* yang dihasilkan, sedangkan formulasi pati sukun kitosan 10:0 tidak dapat diuji sifat mekaniknya, hal ini menunjukkan *edible film* berbahan dasar pati saja menghasilkan sifat mekanik yang sangat rendah. Berikut ini tabel hasil uji analisis sifat mekanik *edible film* pati sukun-kitosan-sorbitol:

Tabel 1 menunjukkan bahwa kuat tarik terbaik yaitu pada formulasi pati sukun-kitosan 6:4 dengan nilai kuat tarik 16,34 MPa. Nilai kuat tarik tersebut berbanding lurus dengan jumlah kitosan yang ditambahkan, semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka nilai kuat tariknya cenderung meningkat, disini menunjukkan bahwa kitosan sebagai biopolimer pencampur cenderung meningkatkan nilai kuat tarik pada formulasi tertentu, dikarenakan kitosan dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga *edible film* menjadi lebih rapat. Berikut grafik formulasi pati sukun-kitosan dengan *modulus young* dan elongasi terhadap kuat tarik *edible film*.

Tabel 1. Tabel Sifat Mekanik *Edible Film* Patisukun-kitosan-sorbitol

No	Perban Digan (g/g)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)	Modulus young (MPa)	Water Uptake (%)
1.	5:5	8,62	4,73	1,82	400,27
2.	6:4	16,34	6,00	2,72	212,98
3.	7:3	5,03	8,40	0,60	485,75
4.	8:2	2,97	6,47	0,46	695,10



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Formulasi Pati Sukun-Kitosan-Sorbitol dgn *Modulus young* dan *Elongasi* Terhadap *Kuat Tarik Edible Film*

Gambar 4 menunjukkan bahwa kuat tarik berbanding lurus dengan *modulus young* dan berbanding terbalik dengan *elongasi*. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa kuat tarik yang optimum pada formulasi pati sukun-kitosan 6:4 dengan nilai kuat tarik sebesar 16,34 MPa, *modulus young* terbaik pada formulasi pati sukun-kitosan 6:4 sebesar 2,72 MPa serta *elongasi* terbaik pada formulasi pati sukun-kitosan 7:3 sebesar 8,40 %. Gambar tersebut juga dapat menjelaskan bahwa pada formulasi pati sukun-kitosan yang kecil, fungsi sorbitol dapat terlihat yang ditunjukkan dengan nilai *elongasinya* yang semakin besar sedangkan pada formulasi pati sukun-kitosan yang besar maka peran sorbitol kurang terlihat karena kitosan yang cenderung lebih aktif berinteraksi hidrogen dengan monomer lain pada *edible film*.

Analisis kuat tarik ini digunakan untuk

kekuatan dan deformasi dari film pada titik putus. Nilai kuat tarik berbanding lurus dengan kitosan yang ditambahkan, semakin besar persentase kitosan maka nilai kuat tariknya akan cenderung meningkat,^[4] hal ini dikarenakan akan semakin banyak interaksi hidrogen yang terdapat dalam *edible film* sehingga ikatan antar rantai akan semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut.

Nilai kuat tarik sebesar 16,34 MPa pada formulasi pati sukun-kitosan 6:4 ini memenuhi ke dalam nilai kuat tarik standar, dengan nilai kuat tarik plastik *biodegradable* sebesar 10-100 MPa serta dilihat dari nilai kuat tarik polipropilen sebesar 24,7 yang nilainya cukup mendekati (Krochta *et al.*, 1997). Adanya *plasticizer* sorbitol maka molekul *plasticizer* akan mengganggu kekompakan pati, *plasticizer* akan menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer (Rodriguez *et al.*, 2006). Seiring dengan peningkatan konsentrasi sorbitol juga menyebabkan peningkatan *elongasi* dan penurunan kuat tarik.

Formulasi pati-kitosan juga berpengaruh terhadap *elongasi* produk, semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka *elongasinya* akan semakin rendah. *Modulus young* merupakan ukuran kekakuan suatu bahan. Pada gambar 4 dapat dilihat pada formulasi pati sukun-kitosan 8:2 dihasilkan nilai *modulus young* tertinggi yaitu sebesar 2,72 MPa yang berarti plastik tersebut lebih kaku.

Sifat mekanik dari pati sukun-kitosan jika dibandingkan dengan plastik polipropilena maupun dengan plastik *biodegradable* menghasilkan sifat mekanik yang tidak jauh

Tabel 2. Perbandingan Sifat Mekanik *Edible Film* Pati Sukun-Kitosan-Sorbitol dengan Polipropilen dan plastik *Biodegradable* penelitian sebelumnya

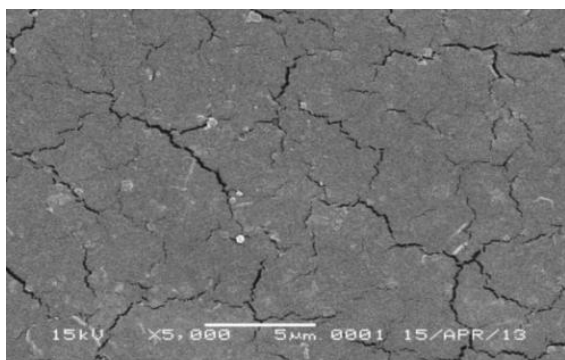
No	Sifat Mekanik	<i>Edible film</i> pati sukun-kitosan-sorbitol	Poli propilen	Pati limbah kulit singkong-kitosan-gliserol	Pati sorgum-kitosan-sorbitol
1	Tensile strength (MPa)	16,34	24,7-302	43,256	8,75
2	<i>Modulus young</i> (MPa)	2,72	1430	3414.987	54,328
3	<i>Elongasi</i> (%)	8,4	21-220	1,27	-
4	<i>Water Uptake</i> (%)	212,98	0,01	194,12	36.825

berbeda. Untuk nilai kuat tarik (tensile strength) *edible film* sudah mendekati standar. Namun untuk nilai *modulus young* sebagai ukuran kekakuan suatu bahan polimer masih jauh dari standar plastik konvensional maupun plastik *biodegradable* seperti dapat dilihat dalam Tabel 2.

Analisis Morfologi Permukaan *Edible Film* dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Hasil analisis morfologi permukaan *edible film* pati sukun-kitosan dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan hasil uji SEM dengan komposisi variabel pati sukun-kitosan-sorbitol (6:4:30%) terlihat bahwa permukaan struktur molekul *edible film* pati sukun terlihat tidak rapat. Retakan yang terjadi pada *edible film* tersebut diduga diakibatkan oleh serat kitosan yang ukuran partikelnya cukup besar yaitu 20-30 *mesh* sehingga tidak terlarut sempurna. Dengan kurang rapatnya struktur atau retakan dari serat-serat tersebut menyebabkan air akan terserap lebih banyak. Gambar tersebut juga menunjukkan permukaan yang kurang halus dan berpori. Permukaan yang tidak halus tersebut mengindikasikan bahwa *film* kurang homogen.



Gambar 5. Penampang *Edible Film* Pati Sukun-Kitosan Formulasi 6:4, Konsentrasi Sorbitol 30 % dengan Perbesaran 5000×

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kadar pati sukun total hasil preparasi pada penelitian ini sebesar 76,39 %, kadar amilosa dan amilopektin berturut-turut sebesar 26,76 % dan

73,24 %, suhu gelatinisasi pati sukun sebesar 73,98°C, kadar air 22,38 % serta derajat kecerahan yang menunjukkan karakteristik cerah dan berwarna abu-abu pucat. Hasil karakterisasi *edible film* menunjukkan, dengan bertambahnya kitosan maka kuat tarik dan ketahanan air cenderung meningkat. Secara umum hasil terbaik *edible film* adalah pada formulasi pati sukun-kitosan 6:4 dengan nilai *water uptake* sebesar 212,98 %, nilai kuat tarik sebesar 16,34 MPa, nilai elongasi sebesar 6,00 % dan *modulus young* sebesar 2,72 MPa. Meskipun demikian, hasil analisis morfologi *edible film* pada formulasi pati sukun-kitosan 6:4 masih terdapat pori dan retakan.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC Inc. Arlington.
- Astuti, A. W. (2011). PKM Pembuatan *Edible Film* dari *Semirefine Carrageenan* (Kajian Konsentrasi Tepung SRC dan Sorbitol).
- Ban, W., Song, J., Argyropoulos, D. S. & Lucia L. A. (2005). Improving the physical and chemical functionality of Starch – Derived Films with Biopolymers, *Journal of Applied Polymer Science* 100: 2542-2548.
- Dallan, P. R. M., Moreira, P. da Luz., Petinari, L., Malmonge, S. M., Beppu, M. M., Genari, S. C. and Moraes, A. M. (2006). Effects of Chitosan Solution Concentration and Incorporation of Chitin and Glycerol on Dense Chitosan Membrane Properties. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*: 394-405.
- Darni, Y dan Utami, H. (2010). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* ISSN 1412-5064, 7 (4): 88-93.
- Darni, Y., Utami, H dan Asriah, S. N. (2009). Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradabel Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa dan Residu Rumput Laut *Euchema spinosum*. Penelitian Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung, 3-11.
- Ekawidiasta, O. (2003). *Karakterisasi Tepung Sukun (Artocarpus altilis) Dengan Menggunakan Pengering Kabinet dan Aplikasinya untuk Substitusi Tepung Terigu Pada Pembuatan Roti*
- Koswara, S. (2006). *Sukun Sebagai Cadangan Pangan Alternatif*. Ebookpangan, 2-3.

- Krochta, J. M. and Johnston, C de-Mulderon. (1997). *Edible and Biodegradable Polymers Film: Changes & Opportunities*. Food Technol 51 (2): 61-74.
- Meliani, V. (2002). *Mempelajari Penggunaan Tepung Sukun (Artocarpus altilis (Park.) Fsb) Sebagai Bahan Substitusi Tepung Terigu dalam Pembuatan Cookies*, Skripsi Program Sarjana, Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumber Daya Keluarga Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, 38, 45-47.
- Noviarso, C. (2003). Pengaruh Umur Panen dan Masa Simpan Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap Kualitas Tepung Sukun yang Dihasilkan. Skripsi Program Sarjana Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bobor, 62-65.
- Rodriguez, M., Oses, J., Ziani, K. and Mate, J. I. (2006). Combined Effect Of Plasticizer And Surfactants On The Physical Properties Of Starch Based Edible Films. *Journal of Food Research International*. 39:840-846.
- Sanjaya, I G. M. H dan Puspita, T. (2011). PKM Pengaruh Penambahan Khitosan Dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Singkong. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, 1-6.
- Soekarto, S.T. 1990. Dasar-dasar Pengawasan dan Standarisasi Mutu pangan. IPB. Bogor.
- Wirakartakusumah, M. A. (1981). Kietics of Starch Gelatinization and Water Absorption in Rice. ProQuest Dissertations and Theses.
- www.kemenperin.go.id/articel/6262/semester-1-konsumsi-plastik-1,9juta-ton